



〔高体温で注意すべき病態と治療〕

熱中症

長村敏生*

はじめに

熱中症は高温度環境下における身体の適応障害の総称であり、深部体温（直腸温）で39℃以上（腋窩温で38℃以上）を高熱という。

体温調節機構が未熟な小児は暑熱に対する適応性が成人より低く、低年齢ほど容易に熱中症を発症する。乳幼児は住宅や車中への放置、10歳台は炎天下のスポーツが主な原因となり、死亡事例が発生することもある。本症による死亡時期¹⁾は搬入4日以内に集中し、とくに24時間以内が大半で、早期発見と早期治療開始が重要である。

I. 熱中症の分類（重症度）

本症の重症度に関しては、2012年夏に日本救急医学会「熱中症に関する委員会」から推奨分類（表1）が発表された²⁾。I度（軽症）は大量発汗に伴う塩分喪失による熱けいれん、暑熱による血管拡張に伴う数秒間の熱失神、II度（中等症）は暑熱曝露による水分・塩分喪失のための熱疲労であり、小児の熱中症の90%以上はI度～II度にとどまる。一方、体温調節機能の破綻と臓器不全を伴うIII度（重症）は、①脳神経障害（とくに意識障害：1～2分以上持続するが、その程度はJCS2～300と多様である）、②肝/腎機能障害、③血液凝

固障害（DIC）のいずれかを満たす場合と定義される。

熱中症はI度からIII度まで連続した病態で、I度で発症しても急速に重症化することもある。つまり、救急搬入の時点では必ずしも高熱、発汗停止を認めない重症型熱中症もみられるので注意を要する（現場でまたは搬送中に腋窩を冷却していた場合には初診時の腋窩温が37℃台のこともある）。臨床的にはIII度の初期状態を見逃さず早期対応することが重要で、その際は意識障害の有無と程度が最も有用な指標³⁾となる。

II. III度熱中症の病態

1. 高熱による直接障害

深部体温が40℃をこえると細胞内酵素系は反応が停止し、41.5℃でミトコンドリアの機能障害⁴⁾、42～43℃では蛋白質の変性が起こり、42～43℃の高体温が数分以上続くと細胞障害は不可逆的となり⁵⁾、臓器不全を起こす。熱中症の標的器官は中枢神経系、肝、腎、血液凝固系、筋などである（表2）。

2. 中枢神経障害

高熱時には神経細胞への直接障害に加えて、循環不全による虚血と低酸素状態、高サイトカイン血症、血管内皮障害、ドーパミン・興奮性アミノ酸（グルタミン酸）の放出などの結果、脳浮腫を生じる⁶⁾。とくに、小脳、基底核、視床下部、大脳辺縁系が障害されやすい。中枢神経症状は病初期にはめまい、失調、譫妄、奇異行動など軽度なものであっても、ある段階から急速に進行してい

OSAMURA Toshio

* 京都第二赤十字病院小児科

〒602-8026 京都市上京区釜座通丸太町上ル春帯町355-5]

TEL 075-231-5171 FAX 075-256-3451

表 1 日本救急医学会「熱中症に関する委員会」の推奨する分類

新分類	症 状	重症度	治 療	従来の分類 (参考)	対処法
I 度	めまい, 大量の発汗, 欠伸, 筋肉痛, 筋肉の硬直 (こむら返り) (意識障害を認めない)		通常は現場で対応可能 →冷所での安静, 体表冷却, 経口的に水分と Na の補給	熱失神 heat syncope 熱痙攣 heat cramp	I 度の症状が徐々に改善している場合のみ, 現場の応急処置と見守りで OK
II 度	頭痛, 嘔吐, 倦怠感, 虚脱感, 集中力や判断力の低下 (JCS1 以下)		医療機関での診察が必要 →体温管理, 安静, 十分な水分と Na の補給 (経口摂取が困難なときには点滴にて)	熱疲労 heat exhaustion	II 度の症状が出現したり, I 度に改善がみられない場合, すぐ病院へ搬送する
III 度 (重症)	下記の3つのうちいずれかを含む 1) 中枢神経症状 (意識障害 ≥ JCS2, 小脳症状, 痙攣発作) 2) 肝・腎機能障害 (入院経過観察, 入院加療が必要な程度の肝または腎障害) 3) 血液凝固異常 [急性期 DIC 診断基準 (日本救急医学会) にて DIC と診断]		入院加療 (場合により集中治療) が必要 →体温管理 (体表冷却に加え体内冷却, 血管内冷却などを追加) 呼吸, 循環管理 DIC 治療	熱中症 heat stroke	III 度か否かは救急隊員や, 病院到着後の診察・検査により診断される

付記

- 暑熱環境にいる, あるいはいた後の体調不良はすべて熱中症の可能性はある。
- 各重症度における症状は, よくみられる症状であって, その重症度では必ずそれが起こる, あるいは起こらなければ別の重症度に分類されるというものではない。
- 右端の対処法の欄でも示されているように, 熱中症の病態 (重症度) は対処のタイミングや内容, 患者側の条件により刻々変化する。特に意識障害の程度, 体温 (測定部位), 発汗の程度などは, 短時間で変化の程度が大きいので注意する。
- I 度は現場にて対応可能な病態, II 度は速やかに医療機関への受診が必要な病態, III 度は採血, 医療者による判断により入院 (場合により集中治療) が必要な病態である。
- DIC は他の臓器障害に併発するのが一般的で, 敗血症に合併する DIC と同様の機序と考えられ, 治療もそれに準ずる。
- これは, 安岡らの分類をもとに, 臨床データに照らしつつ一般市民, 病院前救護, 医療機関による診断とケアについてわかりやすく改変したものであり, 今後さらなる改訂の可能性はある。 (文献 2, 3 より引用)

く場合があるので, バイタルサインとともに意識レベルのモニタリングは不可欠である。

I 度, II 度の中枢神経症状は通常可逆的であるが, III 度では後遺症を認める場合がある (入院症例の約 3%¹⁾)。最も多い後遺症は四肢の運動失調, 構音障害, 眼振などの小脳症状であるが, 錐体路症状, 錐体外路症状, 脊髄障害, 嚥下障害, 高次脳機能障害 (記憶力障害, 集中力低下) など報告されている。意識障害の 80% は突然出現し, 意識障害が 3 時間以上続く場合は予後不良とされる。

3. 中枢神経以外の臓器障害

高体温では血流の再配分が生じ, 皮膚血管が拡

張して血流が増加するため内臓領域は虚血となる。腸管虚血により透過性が亢進して流血中に流入した常在腸内細菌のエンドトキシンは, 炎症性サイトカインを誘導して敗血症や全身性炎症反応症候群に類似した病態をひき起こす⁷⁾。血管内皮がエンドトキシンやサイトカインによって損傷すると凝固系が亢進し, DIC に発展する。また, 肝不全は熱の直接障害と虚血により発症するが, 肝不全時には凝固因子の産生がより低下し, 肝臓で除去されるべきエンドトキシンはさらに増加する。さらに, 腎虚血や横紋筋融解は急性腎不全を惹起する。

表 2 Ⅲ度熱中症の合併症

1) 中枢神経系

意識障害, けいれん, 脳浮腫 (とくに小脳, 基底核, 視床下部, 大脳辺縁系が障害されやすい)
後遺症: 小脳失調, 四肢麻痺, 錐体外路障害, 構語・嚥下障害, 高次脳機能障害 (記憶力障害, 集中力低下), PTSD など

2) 循環器

低血圧, 心筋障害, 心電図異常 (ST 低下, T 波異常, 上室性頻脈)

3) 呼吸器

肺うっ血, 肺水腫 (身体冷却により末梢血管が収縮し, 循環血液量が増加することがあり, 必ずしも大量の輸液は必要としない)

4) 肝

肝小葉中心性の肝細胞壊死, 胆汁うっ滞 (肝逸脱酵素の上昇は 2~4 日後にピークとなる, AST 1,000 IU/L 以上は予後不良である)

5) 腎

急性尿管管壊死, ミオグロビン尿 (尿定性で潜血陽性だが, 尿沈渣では赤血球の増加がない)

6) 血液

Hb, Ht の上昇, 凝固異常, DIC

7) 電解質・酸塩基平衡

代謝性アシドーシス, 高 Na 血症, 低/高 K 血症, 低 Ca 血症
(高張性脱水 [高 Na 血症] に急速輸液をして, 急激に Na 値を下げると脳浮腫を生じ, けいれんを起こすことがある)
(急性期に低 K 血症のことが多いが, K フリー輸液でも身体冷却により回復することが多いため, K の補充は慎重に行う)

8) 筋

CK 上昇 (Ⅰ度やⅡ度でもみられ, Ⅲ度に特異的ではない), 横紋筋融解症

が効果的である。さらに, 冷えた経口補水液 (5~15℃) を飲ませて, 発汗によって失われた水分と塩分を補給する。なお, 熱中症Ⅱ度の初期輸液に 5%ブドウ糖や低 Na の維持輸液を使用してはいけない。

一方, Ⅲ度では超急性期の死亡が圧倒的に多いため, 身体急速冷却や十分な輸液に加え, 小児集中治療が可能な施設での厳重な全身管理と各障害臓器への対応を必要とする。とくに重要なのは身体冷却 (気化冷却) で, 発症 3~4 時間以内に冷却を開始し, 1 時間以内に 39℃ 以下にすることを目標とする。体表に微温湯を噴霧し, ファンで送風して蒸発させる。熱い尿が出るのは体から熱エネルギーが体外へ排泄されている証拠であり, 治療に反応して順調に体温が下がるかどうかが予後を決する最大因子となる。一方, 39℃ になったら過冷却を防ぐため, 冷却は中止する。なお, アルコール噴霧は皮膚から吸収されるため小児では禁忌である。解熱薬は視床下部での体温調節中枢の設定温度を下げるにより薬効を示すが, Ⅲ度熱中症では体温調節中枢が破綻しているため無効である。

高熱のため拡張していた血管が冷却により収縮すると, 末梢にプールされていた水が戻ってくるため, 大量輸液による肺水腫発生に注意する。バルーンカテーテルを膀胱内に留置しながら尿量 1 mL/kg/時以上を目安に補液を行い, 必要に応じて利尿薬を投与する。治療中の悪寒戦慄 (shivering) の際はベンゾジアゼピン (ミダゾラム or ジアゼパム) を使用する。また, 冷水噴霧, 冷水浴, アイスパック (頸部, 腋窩, 鼠径部), クーリングブランケット, 腹膜透析, 冷水による胃・直腸・膀胱洗浄の有効性は確立されていない⁸⁾。

熱中症はⅠ, Ⅱ度の段階で適切に対応し治療すれば回復は容易であるが, Ⅱ度を放置あるいは誤診すれば重症化してⅢ度に移行するため, Ⅱ度とⅢ度の鑑別がきわめて重要で, over diagnosis であってもⅢ度を前提として治療を開始し, 重症化しなければ内容を軽減していく⁹⁾ことが原則である。

Ⅲ. 熱中症の治療

推奨分類 (表 1) には重症度に応じて治療方針も示されており, Ⅰ度なら現場の応急処置と見守りで対応し, Ⅱ度では急速冷却や輸液のための入院加療の適応となる。現場での応急処置³⁾としては風通しのよい日陰やエアコンが効いている室内に移し, 衣服をゆるめる。次に, 体表 (下着の上からでもよい) に霧吹きで水を噴霧してうちわや扇風機で風を送り, 気化熱を奪って体を冷やすの

WBGT ℃	湿球温 ℃	乾球温 ℃		
31	27	35	運動は原則中止	WBGT 31℃以上では、皮膚温より気温のほうが高くなり、体から熱を逃がすことができない。特別の場合以外は運動を中止する。
28	24	31	厳重警戒 (激しい運動は中止)	WBGT 28℃以上では、熱中症の危険が高いので、激しい運動や持久走など体温が上昇しやすい運動は避ける。運動する場合には、積極的に休息をとり水分補給を行う。体力の低いもの、暑さに慣れていないものは運動中止。
25	21	28	警戒 (積極的に休息)	WBGT 25℃以上では、熱中症の危険が増すので、積極的に休息をとり、水分を補給する。激しい運動では、30分おきくらいに休息をとる。
21	18	24	注意 (積極的に水分補給)	WBGT 21℃以上では、熱中症による死亡事故が発生する可能性がある。熱中症の兆候に注意するとともに、運動の合間に積極的に水を飲むようにする。
			ほぼ安全 (適宜水分補給)	WBGT 21℃以下では、通常は熱中症の危険は小さいが、適宜水分の補給は必要である。市民マラソンなどではこの条件でも熱中症が発生するので注意。

WBGT (湿球黒球温度)

屋外: $WBGT = 0.7 \times \text{湿球温度} + 0.2 \times \text{黒球温度} + 0.1 \times \text{乾球温度}$

屋内: $WBGT = 0.7 \times \text{湿球温度} + 0.3 \times \text{黒球温度}$

● 環境条件の評価は WBGT が望ましい。

● 湿球温度は気温が高いと過小評価される場合もあり、湿球温度を用いる場合には乾球温度も参考にする。

● 乾球温度を用いる場合には、湿度に注意。湿度が高ければ、1ランク厳しい環境条件の注意が必要。

図 熱中症予防のための運動指針 (日本体育協会) (文献 10 より引用)

IV. 熱中症の予防

紫外線が強くなる5月からは、車内温度は急速に上がりやすくなる。真夏にはエアコンをつけなければ2時間後には車内温度が50℃をこえるため、車内にいる乳幼児は10～15分で熱中症になる。乳幼児をたとえわずかな時間でも車内放置することは、死亡事故につながるので禁止する必要がある。

スポーツ中の熱中症予防のためには、湿球黒球温度 (WBGT) を高温環境の指標とした日本体育協会の運動指針 (図) を参考に運動の制限や中止を適切に判断する必要がある¹⁰⁾。最近では、リアルタイムで WBGT を表示し、かつポータブルな測定装置も市販されているが、気温しか観測できない場合は図の乾球温度から WBGT を換算する。一方、環境省の熱中症予防情報サイト (<http://www.nics.go.jp/health/HeatStroke/index.html>) では6月1日～9月30日まで全国約150都市の WBGT

予測値を情報提供している。

それ以外の一般的な予防法としては、①涼しい衣服、屋外では帽子、②十分な水分・塩分補給 (15～30分ごとに飲水休憩をとり、0.1～0.2%の食塩水 [1Lの水に12gの食塩と砂糖大さじ2～4杯] を1回200～250mLずつ嚙むようにゆっくり飲む)、③暑熱順化 (1日に1度は暑熱環境に身を置き、その後にクーラーの効いた部屋や冷たいシャワーを浴びて十分体温を下げる) の推進、④当日の体調を考慮するなどがあげられる。

おわりに

近年の地球温暖化と都市のヒートアイランド現象により、熱中症は今後さらに増加することが予想される。熱中症ではⅢ度の初期症状を見逃さず、早期に的確に対応を開始することが重要で、そのためにはオーバートリアージが許される true emergency 疾患のひとつである。一方、小児の熱中症は正しい知識をもって対応すれば予防が実際

に可能であるため、保護者、学校関係者、スポーツ指導者に対して、現場での応急処置を含めた本症に関する正しい知識を啓発することが不可欠である。

Key Points

- ① 熱中症はⅠ度からⅢ度まで連続した病態で、急激に重症化することもある。
- ② とくにⅢ度の早期診断・治療が重要である。
- ② 重症度の指標としては意識障害の有無が有用である。
- ③ 熱中症は正しい知識をもって予防を心がけることが重要である。

文献

- 1) 三宅康史, 有賀 徹, 井上健一郎, 他: 本邦における熱中症の実態—Heatstroke STUDY2008 最終報告。

- 日救急医学会誌 **21**: 230-244, 2010
- 2) 神田 潤: 熱中症の重症度。三宅康史編: 熱中症 Review, 中外医学社, 東京, pp16-21, 2012
- 3) 三宅康史: 日常生活の中の熱中症。三宅康史編: 熱中症 Review, 中外医学社, 東京, pp73-82, 2012
- 4) White MG, Luca LE, Nonner D, et al: Cellular mechanisms of neuronal damage from hyperthermia. Prog Brain Res **162**: 347-371, 2007
- 5) Bettaieb A, Averill-Bates DA: Thermotolerance induced at a fever temperature of 40 degrees C protects cells against hyperthermia-induced apoptosis mediated by death receptor signaling. Biochem Cell Biol **86**: 521-538, 2008
- 6) 長村敏生: 熱中症によるけいれん・意識障害の診療のポイント。小児内科 **35**: 334-337, 2003
- 7) Bouchama A, Knochel JP: Heat stroke. N Engl J Med **346**: 1978-1988, 2002
- 8) 高体温。岡 明, 矢作直樹監修, 軍神正隆監訳: タラスコン救急科小児診療ポケットブック (原著 6 版)。医歯薬出版, 東京, pp84-86, 2013
- 9) 市川光太郎: 熱中症。小児内科 **38**: 483-486, 2006
- 10) 川原 貴, 朝山正巳, 白木啓三, 他: スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック, 日本体育協会, 2006

違法コピーに注意!!

そのコピーは大丈夫ですか?

現代社会において、コピー（複写）はなくてはならないものになっていますが、その手軽さゆえに違法コピーが後を絶ちません。あなたが日常的に行っているコピーは大丈夫ですか? 著作権法に定められた例外、つまり、個人または家庭内等で使うために自らコピーする場合や図書館において調査研究等のため一部分をコピーする場合（著作権法第 30, 31 条等）のごく限られた範囲以外のコピーは、すべて著作権者の許諾を得なければ違法となります。企業や研究施設等で職務上利用するコピーはすべて許諾が必要となりますので、ご注意ください。

違法コピーは健全な創作活動、出版活動の障害となり、ひいては文化・学術の発展を阻害する大きな要因となります。今一度、著作権についてお考えください。

許諾の手続きは簡単です!

医学や関連領域の出版物の多くは、(社)出版者著作権管理機構 JCOPY に複写権の管理・運営が委託されています。複写される場合は事前に JCOPY に連絡し許諾を得てください。

JCOPY (社) 出版者著作権管理機構

TEL03-3513-6969 FAX03-3513-6979 info@jcopy.or.jp



一般社団法人

日本医書出版協会

不正なコピーは

許さない!

Q&A サイト「それは違法かも。」

「あれって違法?」著作権に関するよくある質問にわかりやすくお答えしています。

<http://www.ihokamo.net/>

情報受付窓口「不正コピー情報ポスト」

不正コピーなど、明らかに違法なものを見つけたら、こちらまで情報をお寄せください。

<https://www2.accsjp.or.jp/piracy/>

フリーダイヤル 0120-765-175



社団法人 コンピュータソフトウェア著作権協会

<http://www2.accsjp.or.jp/>